

كلية التجارة
وحدة بحوث الازمات

المؤتمر السنوي الأول
لإدارة الأزمات والكوارث

الزلازل كارثة طبيعية
وكيفية التقليل من آثارها

الدكتور
رمسيس ناشد حنا
رئيس شعبة الزلازل والسيسمولوجيا
المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية بحلوان
وزارة البحث العلمي

القاهرة في ١٢-١٣ اكتوبر ١٩٩٦

دار الضيافة جامعة عين شمس

الزلازل جزء من حياة الارض وجزء مأساوى مـن تـاريخ البشـر ، ولا يمـر عـام إلا ونسـمع بحدوث عشرات الزلازل . إن أهم ما يميز بنيـة الأرض الباطنيـة هـو تبـاين خصائصهـا الفيزيائيـة والكيميائية وظهور الطبقات الصخرية والمعدنية المختلفة بدءا مـن مركـز الأرض وحتـى سـطحها الخارجى ، ولقد تم الاعتماد على معرفة مكونات وخصائص باطن الأرض على الطرق والوسـائل الجيوفيزيائية خاصة الآمواج الاهتزازية التى تطلقها الـزلازل (الهـزات الآرضيـة) أو التفجـيرات الصناعية والنووية. وقد لوحظ تباين سرعة الأمواج الاهتزازية (السـيزمية) الطوليـة والعرضيـة ضمن الكرة الأرضيـة وذلـك طبقـا لتبـاين طبيعـة المـواد التـى تكونهـا وحسـب درجـة صلابتهـا وليونتها. ومن الدراسات العلمية تم التعرف على طبقات الأرض المختلفة ، وقـد لوحـظ وجـود اختلافـات مهمـة وكبـيرة فـى طبيعـة هـذه الطبقـات كيميائيـا وفيزيائيـا ومعدنيـا ، وكـل هـذه الاختلافات ساعدت على زيادة التفاعلات الباطنية التى انعكست بقوة علـى كـل انحاء الأرض. وعليه تم التعرف على ثلاثة طبقات رئيسية تنفصل عن بعضها البعض بسطوح انفصاليـة وانتقاليـة تتغير عندها سرعة الأمواج الاهتزازية بصورة واضحه مما يشير الى الانتقال من وسـط فيزيـائى الى آخر. وتتكون الأرض من ثلاث طبقات رئيسية وهى القشـرة الأرضيـة (٣٠ – ٤٠ كـم) فـى المناطق السهلية وتصل الى عمق حوالى ٥٠ كم فى المناطق الجبلية وتصل الى حوالى ٨٠ كم تحت بعض السلاسل الجبلية العملاقة مثل الهمالايا ، الوشاح أو الستار فينقسم الى جزء علوى يصـل عمقه الى حوالى ١٠٠٠ كم والجزء السفلى يصل عمقه الى حوالى ٢٩٠٠ كم ثم النـواه ويصـل عمق الجزء العلوى منها الى ٥١٢٠ كم ثم النواه الداخليه حتى مركز الأرض على عمـق حـوالى ٦٣٧٠ كم. ونتيجة للتحركات المستمره بين هـذه الطبقـات وتحـرك طبقـة القشـرة الأرضيـه فتتشقق الى وحدات صخريه كبيره وتبدأ بالتحرك حسب اتجاه حركة مواد الوشاح ، وقـد تغـور اجزاء من القشرة الأرضيه الصخريه الأثقل فتظهر قيعان المحيطات وتظهر قبالتها القارات وترسم

حدود تماس وتفاعل بين القشرتين القاريه والمحيطيه ، وهنا تكمن البؤر والمواقع الأساسيه للزلازل وذلك مثل زلازل البحر المتوسط والبحر الأحمر.

يستخدم مقياس قدر أو قوة الزلزال فى دراسات الزلازل لتقدير الطاقة التى تسربت من بؤرة الزلزال وتولد عنها الأمواج الاهتزازية (الموجات الزلزالية أو الموجات السيزميه) ، وهو مقدار يتم حسابه من قياس سعة الموجة المسجلة على جهاز رصد الزلازل وذلك بعد عمل التصحيحات اللازمة بالمعادلة وهى التصحيحات الخاصه بالجهاز وطبيعة الطبقة السطحيه للأرض الموجود فوقها هذه الاجهزه وهذه المعادله استحدثها العالم تشارلز ريختر ويعرف بمقياس ريختر، وليس هناك أى نوع من الصخور تستطيع أن تخزن طاقة بداخلها تولد زلزالا قدره أكبر من ٩ بمعنى أن مقاومة الصخور للطاقة المخزونه عامل مهم فى تحديد قدر الزلزال ، ومقياس ريختر هو مقياس لوغارتمى ولا يوجد حدود لقدر الزلزال ، وبالرغم من أن هذا المقياس يعتبر مقياسا مفتوحا إلا أن اكبر قدر لزلزال حدث فى التاريخ المعروف هو ٩ر٨. ومعنى أن مقياس القدر لوغاريتمى أن كل درجة من درجات مقياس ريختر التسعة تعنى زيادة فى كمية الطاقة عشرات أمثال الدرجة السابقة لها ، حيث أن زلزالا قدره ٥ر٧ تنطلق منه طاقة تعادل كمية الطاقة التى تنتج من ٣٠ زلزالا قدر كل منها ٥ر٦ درجة وحوالى ٩٠٠ مره أكثر من زلزال قدره ٥ر٥ درجة وقدر الزلزال المحسوب ثابت أينما سجل هذا الزلزال.

يوجد فرق كبير بين قدر الزلزال وشدة الزلزال ، فشدة الزلزال هى الشعور بالزلزال ومدى اتساع تأثيره على الانسان وممتلكاته والظواهر الجيولوجيه الناتجة عنه والتى تعتمد على كمية الطاقة المتسربه نتيجة حدوث الزلزال ، والبعد عن مصدره ، وعمق بؤرة الزلزال ، ونوع التربه ، والصخر المقام عليه المنشآت ، ونوع المبانى نفسها وطريقة تصميمها ، وعدد الوفيات والاصابات ، وتوجد عدة مقاييس لقياس وتقدير شدة الزلزال واشهرها هو مقياس ميركاللى المعدل وهو مقسم الى ١٢ درجة الأولى منها هو شعور اشخاص قليلون بالزلزال وأكبرها هو الدمار الشامل.

التاريخ الزلزالى لمنطقة شرق حوض البحرين المتوسط والأحمر

تشمل منطقة شرق حوض البحرين المتوسط والأحمر البلدان الممتدة من تركيا حتى اليمن . وتشمل قبرص ، جمهورية مصر العربية ، فلسطين ، اسرائيل ، الاردن ، الكويت ، لبنان ، المملكة العربية السعودية ، سوريا ، تركيا ، اليمن (شكل رقم ١ يبين خريطة للنشاط الزلزالى بالمنطقة).

ويتضح من الدراسات ، أنه نظرا لطبيعة التركيبات الجيولوجية والنشاط الزلزالى والطبيعة الطوبوغرافية والمناخيه لمنطقة شرق حوض البحر المتوسط فإنها قد وقعت تحت تأثير العديد من الكوارث الطبيعية والتى تسببت فى الكثير من فقد الحياه والممتلكات. وبالدراسة المستفيضه لهذه المنطقه وجد أنها قد تعرضت للعديد من الكوارث الزلزالية فى الماضى وأنها ممكن أن تتعرض مستقبلا لمثلها .

تركيا هى البلد التى يتواجد بها أكبر نشاط زلزالى فى هذه المنطقة ، وجزيرة الأناضول مشهوره جدا بأنها قد تعرضت الى زلازل كبرى (لها قوه كبيره) أثرت بشدة على مدنها وسببت فى كوارث عديده. ومن اشهرها الزلزال الذى حدث فى بحر المرمره فى ١٥٠٩/٩/١٠ والذى دمر اسطمبول وكان من أكبر الزلازل التى حدثت فى المنطقة فى مدة الخمسه قرون السابقه . وفى القرن العشرين تحدث العديد من الزلازل الكبيرة كل حوالى سبعة أشهر بعد حدوث الزلزال الشهير والذى كانت قوته ٨ طبقا لمقياس ريختر وذلك فى عام ١٩٣٩. وكان ضحايا هذه الزلازل ٤٣٠٠٠ قتيل ، ٧٦٠٠٠ مصاب ، ٢٠٠٠٠٠ مشردين بلا مأوى لتهدم منازلهم . وكان ضحايا زلزال ١٣ /١٩٩٢/٣ والذى حدث بالقرب من منطقة إرزنكان بقوة ٧ر١ هم ٦٥٣ قتيل ، ٣٨٥٠ مصاب ، ٥٠٠٠٠ مشرد وتم تدمير حوالى ٣٠٠ منزل مكون من ٢ – ٥ طابق وكذلك بعض المستشفيات والمدارس والفنادق.

أما *قبرص* فلها تاريخ طويل فى الزلازل المدمره التى تضرب المدن الواقعة على سواحلها الشرقيه والجنوبيه . وفى القرن العشرين تعرضت قبرص الى حوالى ١٢ زلزالا قوتهم ٦ أو أكثر طبقا لمقياس ريختر مما سبب فى مقتل حوالى ثلثمئه فرد وتدمير إقتصادى يوازى العديد من ملايين الدولارات.

وفي *سوريا* نجد أنها تعرضت لزلزال كبير في ٢٠ /١٢٠٢/٥ تسبب في مقتل ٢٣٠ ألف نسمه . وتعرضت دمشق الى زلزالين كبيرين قوتهم ٤ر٧ ، ٦ في ٣٠ أكتوبر ، ٢٥ نوفمبر ١٧٥٩. وكذلك سوريا لزلازل أخرى في أعوام ١٨٧٢ ، ١٩٢٧.

أما *لبنان* فلها تاريخ طويل من النشاط الزلزالي المدمر. وأقدم زلزال تعرضت له كان في عام ١٣٦٥ قبل الميلاد عندما عانت مدينة بيبلوس تدميرا شديدا . وسواحل لبنان تعرضت للعديد من الزلازل المدمرة ،ومنها الزلزال الذى دمر بيروت عام ٥٥١ ميلاديه. وفي عام ١٧٥٩ حدث زلزال قوته ٤ر٧ في فالق البحر الميت سبب دمارا ومقتل العديد من الاشخاص في دمشق وبيروت. وفي العصر الحديث في ١٩٥٦/٣/١٦ حدث زلزال قوته ٦ على مسافة خمسين كيلومترا جنوب بيروت تسبب في مقتل ١٣٦ فردا وتدمير حوالى ستة آلاف مسكن .

وقد تعرضت *الأردن* الى العديد من الزلازل المدمره مثل التى حدثت في الاعوام ١٨٣٧ ، ١٩٠٣ ، ١٩٢٧ وتسببت في مقتل حوالى ٤٣٥٠ نسمه وتدمير حوالى ١٢٠٠ وحدة سكنيه

وقد تعرضت *فلسطين واسرائيل وغزه* الى العديد من الزلازل التى يرجع تاريخها الى العصر الرومانى (عام ٣١ قبل الميلاد) وقد دمرت معظم المدن الكبيرة في هذه المنطقة عدة مرات وأشهرها زلزال ١٩٢٧/٧/١١ بقوة ٢ر٦ والذى تسبب في مقتل حوالى ٣٠٠ فرد ودمر حوالى ألف مبنى في نابلس واورشليم وطبريه والرامه . وقد تسبب زلزال خليج العقبه الذى حدث في ١٩٩٥/١١/٢٢ في تدمير بعض من أجزاء ميناء ومدينة إيلات.

والمملكة العربية السعودية تتعرض الى العديد من الزلازل الصغيره والمسجلة بواسطة الأجهزه وقد تعرضت كذلك لزلزال أكبر منها بقوة ٢ر٦ في ١٩٤١/١/١١ على مسافة ٣٠ كم شرق جيزان ، وبقوة ٥ر٥ في ١٧ /١٩٦٥/١٠ على حدود السعودية واليمن وكذلك بعض الرجفات الزلزالية المتتاليه في مارس ١٩٦٧ على بعد ١٥٠ كم جنوب غرب جده وشعر بها أهالى هذه المدينة. ومؤخرا شعرت السعوديه بزلزال خليج العقبه في ١٩٩٥/١١/٢٢ والذى حدث بقوة ٤ر٦ طبقا لمقياس ريختر وتسبب في مختلف أنواع الدمار بالمناطق القريبه من سواحلها .

أما فى مصر فالتاريخ الزلزالى المعروف يرجع الى حوالى ٤٨٠٠ سنة سابقة . وبالاضافة الى الزلزال الذى حدث فى دهشور (٢٠ كم جنوب غرب القاهرة) فى ١٩٩٢/١٠/٢٢ وبقوة ٥٫٩ والذى تسبب فى مقتل أكثر من ٥٠٠ نسمه ودمارا شديدا فى المبانى فى الدلتا والقاهره والجزء الشمالى من صعيد مصر وكذلك خلف الكثير بلا مأوى وحوالى ٣٠٠٠ مصاب ، فإن التاريخ الحديث (القرن العشرين) يشير الى اربعة زلازل أخرى هامه:-

١ - زلزال بقوة ٦٫٧ وموقعه حوالى ٣٠ كم شمال غرب الاسكندريه فى ١٩٥٥/٩/١٢وتسبب فى دمار حوالى ٣٠٠ مبنى والعديد من القتلى والجرحى.

٢ - زلزال جزيرة شدوان شمال البحر الأحمر شرق مدينه الغردقة بقوة ٦٫٨ فى ١٩٦٦/٣/٣١وتسبب فى تدمير واضح فى مدينة الغردقة وجنوب سيناء وانهيار مسكن بالقاهرة.

٣ - زلزال اسوان بقوة ٥٫٢ فى ١٩٨١/١١/١٤ والذى تسبب فى انهيار بعض المبانى فى اسوان وبعض القرى المحيطة وتم إنشاء ١٢ محطه حقليه لرصد الزلازل هناك مرتبطة لاسلكيا بمركز إقليمى للزلازل فى اسوان وقد تم إنشاء هذه الشبكة بعد هذا الزلزال للمراقبة المستمره للنشاط الزلزالى ببحيرة السد العالى وقد تم إنشاؤها بالتعاون بين هيئة السد العالى التابعة لوزارة الرى والمعهد القومى للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية بحلوان والتابع لوزارة البحث العلمى.

٤ - زلزال خليج العقبه والذى حدث فى ١٩٩٥/١١/٢٢ بقوة ٦٫٤ والذى تسبب فى الكثير من الدمار فى مدينة نويبع وميناؤها البحرى ومقتل بعض الأفراد هناك عند انهيار أحد الفنادق بالمدينة.

أما فى اليمن فالمعروف الى انها تتعرض لنشاط زلزالى وبركانى مدمرين . ومن ناحية النشاط الزلزالى فإنها تتعرض لزلزال كبير كل ٢٠ - ٣٠ عام . وقد حدث زلزالا بقوة ٦ فى ١٩٨٢/١٢/١٣ تسبب فى مقتل وإصابة أكثر من ١٥ ألف نسمه ، وتدمير ١٥٠٠ منشأ ، تشريد اكثر من نصف مليون فرد . ومن الزلازل التى حدثت فى القرن العشرين مثلا فى عام ١٩٠٩ الذى تسبب فى مقتل ٣٠٠ فرد وتدمير ٤٠٠ مسكن وكذلك بقوة ٥٫٨ ، ٥٫٢ فى عام ١٩٤١ وتسبب فى مقتل ١٢٠٠ نسمه وتدمير ١٤٠٠ مسكن .

وقد تعرضت منطقة الأودين باليمن إلى سلسلة من الزلازل فى نوفمبر ١٩٤١ وعددها ٢٠ الى ٣٠ هزه يوميا أكبرها بقوة ٤٫٦ طبقا لمقياس ريختر .

الخسائر البشريه والاقتصاديه :-

المجال هنا لا يتسع لسرد التاريخ الزلزالى بالتفصيل لكل من البلدان المذكورة ولكن فى إحصائية قامت بها هيئة المساحة الجيولوجيه الأمريكية حديثا فإنها وجدت أنه منذ عام ١٩٤٩ وحتى الأن قد حدث فى هذه المنطقة (شرق حوض البحر المتوسط والبحر الأحمر) عشرة الأف زلزال بقوة اكبر من ٤ وكذلك أكثر من ١٥٠ زلزالا بقوة أكبر من ٦ طبقا لمقياس ريختر. وذكرت الاحصائية أنه خلال القرن العشرين تم حساب الخسائر البشرية والاقتصاديه فى هذه المنطقة وجد أنها :-

١ - أكثر من مئة الف قتيل .

٢ - أكثر من مليون فرد مشردين وبلا مأوى .

٣ - خسائر إقتصاديه تفوق فى مجموعها العديد من مئات الملايين من الدولارات.

تلافى أخطار الزلازل وتأثيرها المدمر على المبانى والمنشآت :-

تعتبر الزلازل من أخطر الكوارث الطبيعية المؤثرة على سطح الأرض حيث أنها :-

١ - تسبب تدمير المبانى والمنشآت والجسور والمرافق الحيويه وتؤدى الى تشويهها .

٢ - تسبب الزلازل فى حدوث الكثير من الحرائق والفياضانات وذلك بفعل التدمير الذى يحدث لشبكات الكهرباء والسدود وكذلك بفعل الأمواج الزلزالية البحريه فى بعض المناطق الساحلية.

٣ - في حالات كثيرة تتشقق الصخور وتتكسر وتحدث انزلاقات وانهيارات أرضيه بأشكال وأحجام مختلفة لدرجه تؤدى الى حدوث تشققات وصدوع أرضية تسبب مزيدا من التدمير.

٤ - كذلك تؤثر بعض الزلازل فى المياه الجوفيه مما يؤدى الى حدوث فيضانات فى بعض العيون قد تتفجر ينابيع أخرى.

٥ - تسبب الزلازل أسفل البحار والمحيطات فى تكون أمواج بحريه (تسونامى) تصل الى الشواطئ بقوة تدمير هائلة كما حدث فى الاسكندريه عدة مرات وكذلك لميناء نويبع عند حدوث زلزال خليج العقبه فى ١٩٩٥/١١/٢٢.

ويتضح مما سبق أن للزلازل دورا كبيرا فى التأثير على الحياة البشريه مما تسببه من دمار للمبانى والمنشآت وجميع مرافق الحياه . ولعل من أهم التأثيرات التى تنتج عن الزلازل تلك التى تحدث للمبانى السكنية متعددة الطوابق وذلك لاحتوائها على أعداد هائلة من البشر والتى يتم بناؤها على الأرض اليابسه أو على الساحل وكذلك هناك أخطار أخرى داخل هذه المبانى والتى تزيد من كوارث الزلازل فى حالة حدوثها مثل الشبكات الكهربائية والغاز والمصاعد والشبابيك الزجاجية وكذلك وحدات الإنارة والأثاث الموجودة داخل هذه المبانى والقابل للحركة أثناء حدوث الزلازل .

إن ظاهرة حدوث الزلازل قديمه قدم الأرض نفسها ، لذلك لابد من إجراء الدراسات ووضع التقنيات والقوانين قبل القيام بأعمال البناء للمبانى متعددة الطوابق أو المشاريع الإنشائية الهامة والاستثمارية والمشاريع ذات الصبغة القومية والتى تتكلف الملايين حيث أن قدرة المبانى والمنشآت لمقاومة أحمال الزلازل تختلف بإختلاف اختيار الموقع ميكانيكيا وعلميا من جهه وبمراعاة التصميم الآمن لمقاومة الزلازل من جهة أخرى .

ومن الجدير بالذكر أن قدرة المبانى على مقاومة أحمال الزلازل لا تتعلق بارتفاعها فقط ، إذ أن المبانى متعددة الطوابق والمصممةوالمنفذهبصورة جيدة له قدرة أفضل على تحمل الزلازل برغم إرتفاعه الكبير عن مبنى آخر قد يتكون من طابق أو طابقين ولكنه يفتقر الى التصميم المناسب والتنفيذ الجيد مما يخلفان به ضعفا إنشائيا قد يظهره أى زلزال ولو كان ذو قوة محدوده مما يؤدى الى إصابته بأضرار تتراوح فى حدتها بين تشققات أو إنهيار تام.

لذا يجب اتباع الآتى عند الشروع فى إنشاء مبانى أو منشآت :-

١ - دراسة المنطقة جيولوجيا ودراسة طبيعة الطبقات السطحية لها .

٢ - دراسة التاريخ الزلزالى للمنطقة واحتمالات حدوث الزلازل والقوة المحتملة وتكرارية حدوثها (تسمى بدراسة الخطورة الزلزالية) .

٣ - وضع كود للمبانى المقاومه للزلازل وتطبيقه بالقانون ومراقبة تنفيذه بواسطة المهندسين المسئولين .

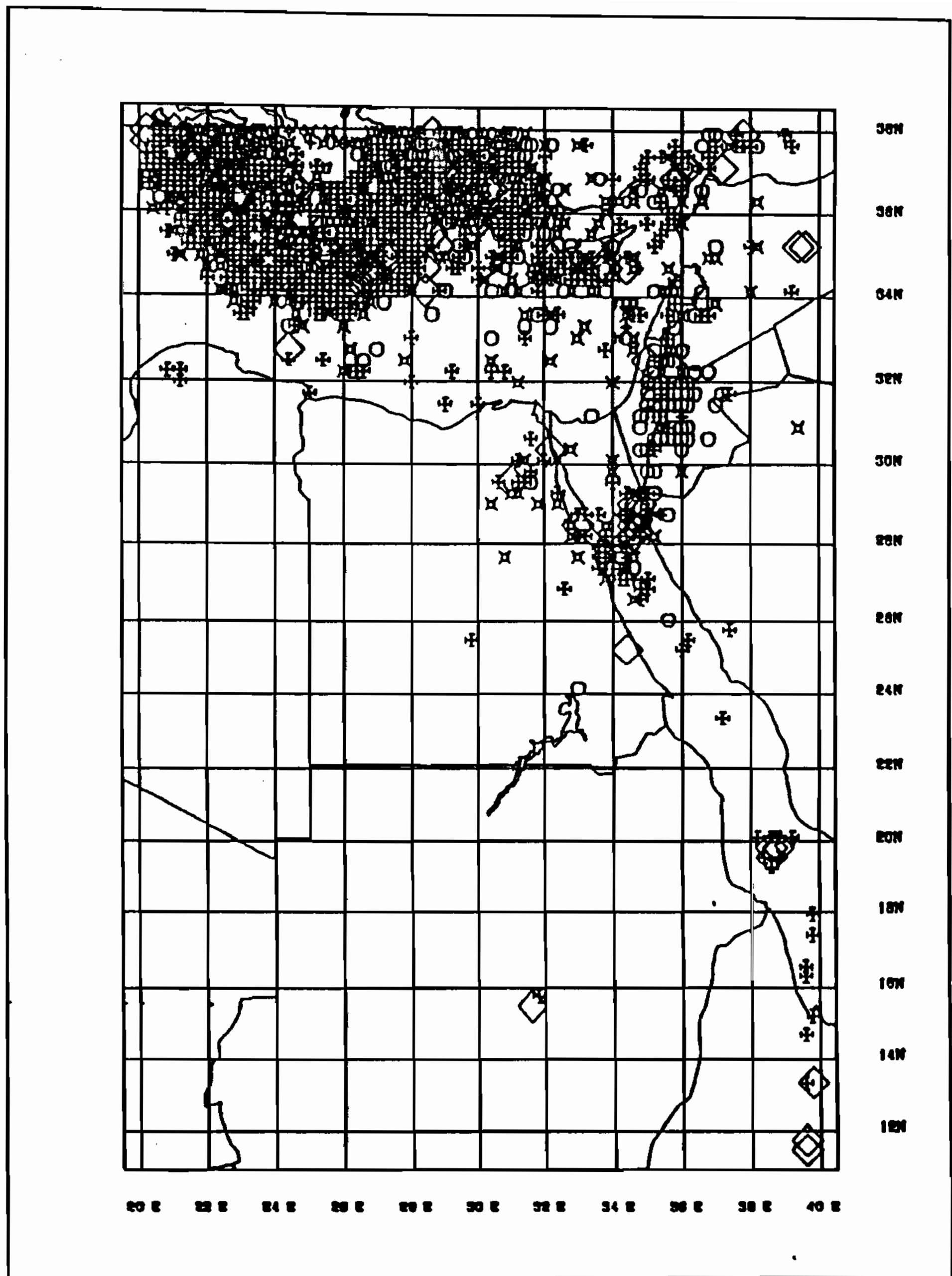
٤ - تحاشى الأماكن الخطره زلزالياً ولكن يمكن البناء بهذه الأماكن إذا وضعت معاملات هذه الخطورة نصب أعين من يقومون بتصميم المبانى والمنشآت .

٥ - القيام بالدراسات الجيوفيزيقية للمواقع المختاره .

٦ - تقوية المبانى الغير مصممه لمقاومة الزلازل .

والله قادر أن يدرأ عن مصرنا خطر الزلازل والكوارث الطبيعيه الأخرى ...

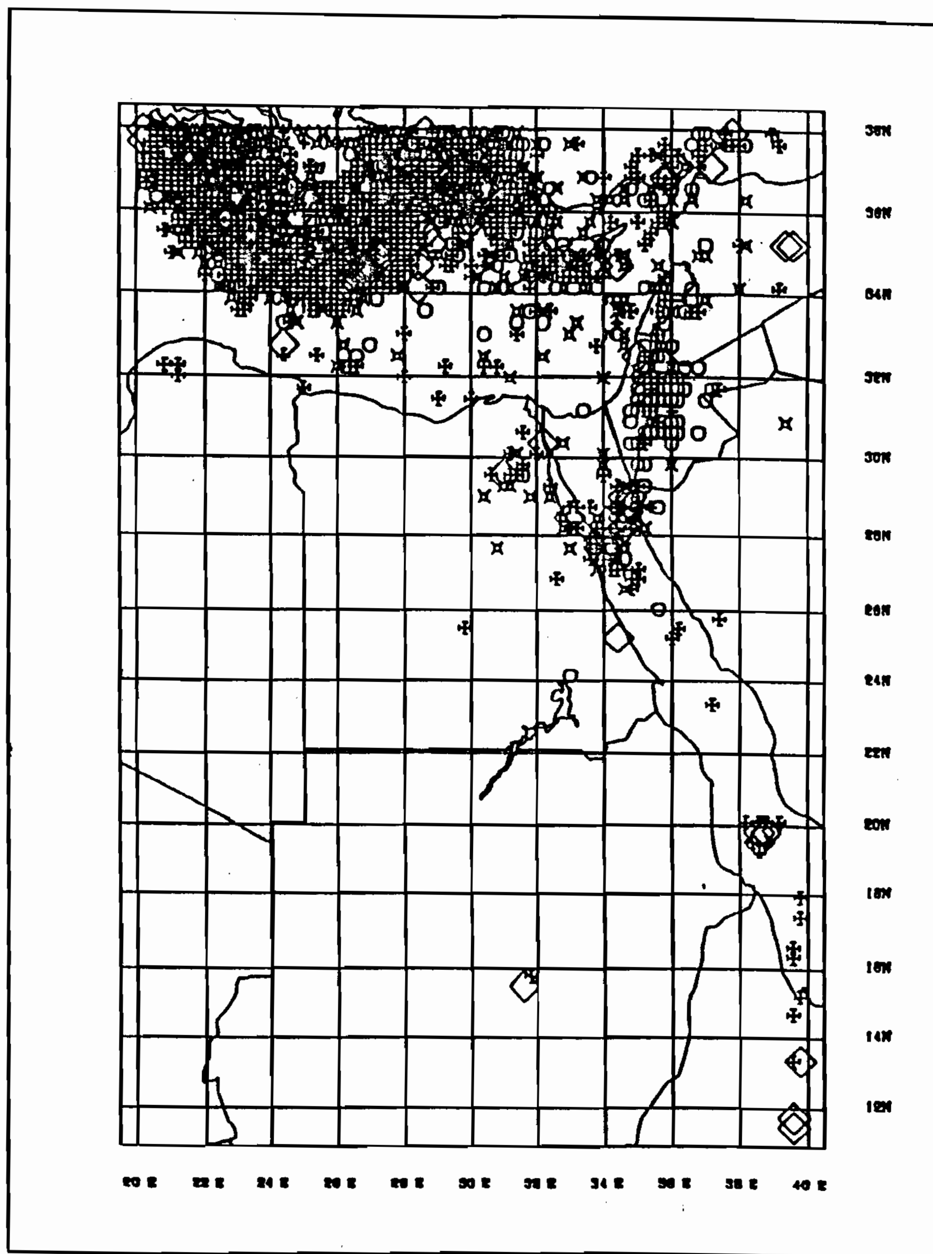
وفقكـــم اللـــــــه ،،،



MAGNITUDE

? ○ 1 □ 2 + 3 ¤ 4 ✣ 5 ◇ 6 ╳

شكل (١) خريطه تبين النشاط الزلزالى فى حدود مصر (١٩٨٣-١٩٩٥) والعلامات المختلفه تبين اختلاف قوة الزلازل



MAGNITUDE

? ○ 1 □ 2 + 3 ⌘ 4 ✢ 5 ◇ 6 ✕

شكل (١) خريطه تبين النشاط الزلزالى فى وحول مصر (١٩٨٣-١٩٩٠) والعلامات المختلفه تبين اختلاف قوة الزلازل